

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. März 2002 (21.03.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/23172 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation: G01N 21/95, G02B 21/00

(71) Anmelder *(nur alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von USA):* SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE], Wirtelsbacherplatz 2, 80333 München (DE)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE-01/03075

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. August 2001 (10.08.2001)

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für USA):* GERHARD, Detlef [DE/DE], Hamklstr. 40, 81829 München (DE)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Postfach 22 16 31, 80506 München (DE)

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 45 245 0 13. September 2000 (13.09.2000) DE

(81) Bestimmungsstaat *(national):* US

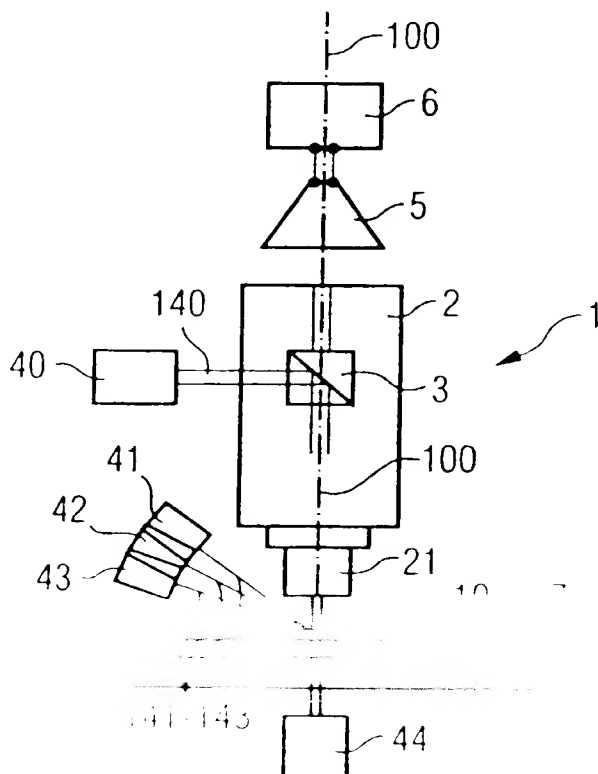
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR THE OPTICAL INSPECTION OF AN OBJECT SURFACE THAT IS TO BE CHECKED FOR DEFECTS

(54) Bezeichnung: EINRICHTUNG FÜR OPTISCHE INSPEKTION EINER AUF DEFESTE HIN ZU PRÜFENDEN OBERFLÄCHE EINES OBJEKTS

(57) Abstract: The invention relates to a device (1) for optically inspecting a surface of an object (10), comprising a line camera (5) and an illuminating system with near-laser radiation which is allocated to the microscope lens system (2).

(57) Zusammenfassung: Einrichtung (1) für optische Inspektion einer Oberfläche eines Objekts (10) mit einer Zeilenkamera (5) und mit einem der Mikroskopoptik (2) zugeordneten Beleuchtungssystem mit lasernaher Strahlung



172 A1

WO 02/23172 A1



(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AL, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IL, IT, MC, NL, PL, SE, TR).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

*hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten europäisches Patent (AL, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IL, IT, MC, NL, PL, SE, TR)*

*Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

*mit internationalem Recherchebericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen*

## Beschreibung

Einrichtung für optische Inspektion einer auf Defekte hin zu prüfenden Oberfläche eines Objekts

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung und auf ein Verfahren zur optischen Inspektion zum Feststellen, ob die Oberfläche eines Objekts, insbesondere eines Halbleiter-Wafers, Defekte aufweist.

10

Im Rahmen der automatischen Fertigung von industriellen Bauteilen, insbesondere von Halbleiterbauteilen und/oder von für diese zu verwendenden Halbleitern, hat eine zuverlässige Qualitätskontrolle einen außerordentlich hohen Stellenwert. Zum Beispiel ist dies der Fall bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen und den dort als Halbleitern zu verwendenden Wafern. Diese Wafer müssen zumindest im Bereich ihrer Oberfläche frei sein von nach z.B. einem Sägeprozeß möglicherweise aufgetretenen Muschelausbrüchen und frei sein von auf der Oberfläche oder in dieser vorhandenen Partikeln und dergleichen. Wichtig ist, dass für eine derartige Qualitätskontrolle, durch z.B. optische Inspektion, zu verwendende Einrichtungen und Verfahren möglichst wenig die Fertigungsorganisation stören und in diese integrierbar sind.

25

Je nach Größe der Oberfläche eines zu prüfenden Objekts sind bereits Verfahren bekannt. Ein solches ist z.B. eine manuelle Sichtprüfung der Oberfläche des Objekts mit schräg einfallendem Licht, das in Art einer taumelnden Bewegung der Einfallsrichtung auf diese Oberfläche auffällt. Es kann auch eine vorzugsweise automatisch arbeitende Inspektion mit Hilfe einer Zeilenkamera ausgeführt werden, wobei über die Oberfläche hinweg diese abgescannt wird. Die Pixelanzahl einer solchen

30

Bekannt ist auch die automatische Inspektion, bei der mit einer zweidimensional auflösenden Kamera die zu prüfende Oberfläche des Objekts abgescannt wird. Variationen der dabei notwendigerweise angewendeten Beleuchtung der Oberfläche ermöglichen, unterschiedlich hohe Auflösung zu erreichen. Es ist auch bekannt, mittels eines Strahles mit Laserlicht die Oberfläche eines Objekts derart abzutasten, dass Objekt und Laserstrahl mit hoher Geschwindigkeit relativ zueinander bewegt werden.

10

Das für eine automatische Inspektion von Waferoberflächen noch als aussichtsreichst angeschene Verfahren des Standes der Technik ist die Inspektion mit einer zweidimensional auflösenden Kamera.

15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine speziell für Fertigungsprozesse verwendbare, ausreichend schnell und zuverlässig arbeitende Einrichtung anzugeben, mit der die zu prüfende Oberfläche eines Objekts mit ausreichend hoher Auflösung zu prüfen ist. Insbesondere soll die als Lösung der Aufgabe anzugebende Einrichtung derart aufgebaut sein, dass die zeitlichen Intervalle zwischen notwendigerweise durchzuführenden Überprüfungen und Wartungsarbeiten sowie eventuellen Neu- oder Nachjustierungen möglichst groß sind, dass dadurch bedingte Unterbrechungen des fortlaufenden Fertigungsprozesses der z.B. Halbleiterbauteile möglichst selten hinzunehmen sind.

Die Lösung dieser Aufgabe gewährleistet eine Einrichtung gemäß der Lehre des Patentanspruches 1 sowie das Betriebsverfahren einer solchen Einrichtung. Weiterbildungen dieser Lehre gehen aus den jeweiligen Unteransprüchen hervor.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass zur optischen Inspektion einer auf Defekte hin zu überprüfenden Oberfläche eines Objekts, z.B. einer Waferscheibe, eine solche Einrichtung besonders geeignet ist, mit der diese Oberfläche

zeilenweise, zeileteich einzeilig oder auch mehrzeilig mittels einer entsprechenden, an sich bekannten Zeilenkamera abgescannt wird. Eine solche Zeilenkamera ist hier ein Anteil eines Messkopfes mit dazu einer Mikroskop-Optik, diese angeordnet zwischen der Kamera und dem Objekt. Ein Positionierungssystem dient zur Ausführung wahlweiser Bewegungen von Objekt und Messkopf relativ zueinander. Hinzu kommt ein besonders ausgestaltetes Beleuchtungssystem. Dieses Beleuchtungssystem ist für wahlweise Hellfeld-, Dunkelfeld- und/oder Durchlicht-Betrieb angepaßt ausgeführt und in der erfindungsgemäßen Einrichtung an jeweils vorzugebender Stelle justierbar angeordnet.

Hervorzunehmen ist bei der erfindungsgemäßen Einrichtung, dass ihr Beleuchtungssystem in besonderer Weise ausgebildet ist.

Im Stand der Technik sind Beleuchtungssysteme mit, nämlich wegen der erforderlich hohen Intensität der Beleuchtung, Halogenlampen verwendet worden. Diese haben aber eine relativ kurze Lebensdauer. Sie müssen daher von Zeit zu Zeit ersetzt werden. Wegen der hohen Genauigkeitsanforderungen ist bloßes Auswechseln der Halogenlampen unzureichend, denn zwangsläufig sind damit zeitraubende Nachjustierungen erforderlich, die elementar sprechend den Ablauf von Fertigungsprozessen stören. Bei der vorliegenden Erfindung ist ein Beleuchtungssystem vorgesehen, das als Lichtquelle wenigstens eine Lichtemittierende Halbleiterdiode hat. Diese ist jedoch so ausgebildet und betrieben, dass sie lasernahes Licht aussendet. Lasernahes Licht ist definitionsgemäß solches Licht, dessen spektrale Verteilung innerhalb eines engen Wellenlängenbereiches  $\Delta\lambda = \pm 1/20 \lambda$  liegt, mit  $\lambda$  gleich der Wellenlänge des Lichts. Der Austrittswinkel der Strahlung aus der Lichtaustrittsfläche des Halbleiterkörpers der Halbleiterdiode liegt

bei  $\theta = 0$  bis  $\theta = \pi$  und ist kleiner als  $\pi/2$ .

Licht, das in einem Anregungsbereich liegt, der schon nahe dem Bereich der stimulierten Emission der Laserstrahlungserzeugung liegt. Im Fall mehrerer Halbleiterdioden in der Lichtquelle des Beleuchtungssystems der Erfindung sind diese  
5 Dioden in einem sich wenigstens eindimensional erstreckenden Array angeordnet, können also in einer Linie oder über eine Fläche hinweg verteilt als Array angeordnet sein. Wie schon angedeutet, hat ein solches Beleuchtungssystem eine Betriebsdauer von mindestens mehreren Tausend Stunden, so dass die  
10 oben erwähnten Wartungsintervalle, gemessen an sonstigen Wartungsintervallen einer Produktionseinrichtung praktisch keine Rolle mehr spielen und deshalb zeitliche Ausfälle auch wegen erforderlicher Justierungen entfallen.

15 Das erfindungsgemäß verwendete Beleuchtungssystem kann für Hellfeld-, Dunkelfeld- und auch für Durchlicht-Betrieb des für die optische Abbildung verwendeten Mikroskops benutzt werden. In der Einrichtung können ein oder mehrere mit Halbleiterdiode mit lasernahem Licht ausgerüstete Beleuchtungssysteme vorgesehen und angeordnet sein. Mit dem erfindungsge-  
20 maß vorgesehenen Beleuchtungssystem können alle klassischen Beleuchtungsaufbauten und -arten realisiert werden. Hierzu sei auf die Erläuterungen zu weiteren Ausführungsformen und die Figur 1 verwiesen.

25 Vorzugsweise ist die Mikroskop-Optik der Einrichtung mit insbesondere in Revolverkopfanordnung vorgesehenen Objektiven ausgerüstet. Wie bekannt können diese Objektive durch Drehen des Revolverkopfes in den Strahlengang des Mikroskops eingeschwenkt werden. Für die bekannte Hell- und Dunkelfeld-  
30 Beleuchtung durch das Mikroskop hindurch enthält dieses einen wie bekannten Strahlteiler. Wie ebenfalls bekannt, wird Hellfeld-Beleuchtung mit Hilfe des im Mikroskop vorhandenen Strahlteilers bei mit der optischen Achse des Mikroskops ko-  
35 axialer Ausrichtung der Beleuchtungsstrahlung erreicht. Bei außeraxialem Verlauf der Beleuchtungsstrahlung im Mikroskop ergibt dies die bekannte Dunkelfeld-Beleuchtung. Additiv und

oder alternativ kann auch außerhalb des Mikroskops schräge Beleuchtung mittels eines erfindungsgemäßen Beleuchtungssystems vorgesehen sein, nämlich in einem, bezogen auf das Mikroskop, von dessen optischer Achse abweichenden Einstrahlwinkel direkt auf die zu prüfende Stelle der Oberfläche des Objekts. Dies ergibt bekanntermaßen eine Dunkelfeld-Beleuchtung für den Mikroskopbetrieb.

Beleuchtung gemäß dem Durchlicht-Verfahren erfolgt in wie an sich bekannter Weise.

Die Beleuchtungsintensität des erfindungsgemäßen Beleuchtungssystems kann steuerbar eingestellt werden. Insbesondere kann Regelung der Konstanz der Lichtintensität vorgesehen sein. Die Intensität kann bei vorgesehenen mehreren Licht emittierenden Halbleiterdioden durch geregelten Diodenstrom erreicht werden. Insbesondere läßt sich durch Einschalten einzelner oder einzelner Gruppen von Halbleiterdioden des Beleuchtungssystems der Lichteinstrahlwinkel innerhalb der durch den Aufbau des Beleuchtungssystems gegebenen Grenzen schaltbar variieren. Es können z.B. zeilenweise Halbleiterdioden eines mehrzeiligen Arrays ein- und ausgeschaltet werden, wodurch innerhalb des Beleuchtungssystems eine Änderung des Winkels des in diesem System verlaufenden Strahlenganges auftritt und entsprechend genutzt werden kann.

Figur 1 zeigt in Prinzipdarstellung den Aufbau einer erfindungsgemäßen Einrichtung.

Figur 2 zeigt auf eine Ebene projiziert den Strahlenverlauf, ausgehend von dem erfindungsgemäßen Beleuchtungssystem auf die Oberfläche des Objekts auf der Projektionsebene und weiter in die Zeilenkamera.

Der Kern des Erfindungsgegenstands ist in der Zeichnung dargestellt.

der Technik sein. In dem Mikroskop 2 ist ein wie bekannter  
Stahlteiler 3 vorhanden. Mit 40 ist ein Beleuchtungssystem  
der Art der Erfindung bezeichnet. Mit 41 bis 43 sind weitere  
fakultativ (z.B. auch anstelle des Systems 40) vorgesehene  
5 Beleuchtungssysteme nach Art der Erfindung bezeichnet. Mit 5  
ist eine Zeilenkamera, mit 6 eine Auswerteeinrichtung und mit  
7 ein Positioniersystem jeweils hier beschriebener Art und  
z.B. nach Art des Standes der Technik bezeichnet. Vorzugswei-  
se umfaßt das Mikroskop 2 auch mehrere Objektive in einem Re-  
10 volverkopf 21 nach Art des Standes der Technik. Die vom Be-  
leuchtungssystem 40 ausgesandte lasernahe Strahlung 140 tritt  
seitlich in das Mikroskop 2 ein und wird im Strahlenteiler 3  
parallel zum abbildenden Strahlengang des Mikroskops auf die  
Oberfläche des Objekts 10 abgelenkt. Dies entspricht der be-  
15 kannten Hellfeld-Beleuchtung. Dunkelfeld-Beleuchtung, vor-  
zugsweise hellfeldnahe Dunkelfeldbeleuchtung, wird erreicht,  
wenn diese im Strahlenteiler 3 abgelenkte Strahlung 140 im Win-  
kel zur Achse 100 der Optik des Mikroskops auf die zu prüfen-  
de Oberfläche des Objekts 10 auftreffen. Mit den Beleuch-  
20 tungssystemen 41 bis 43, deren emittiert lasernahe Strah-  
lungen 141 bis 143 schräg, und zwar wie ersichtlich in verschie-  
denen wahlweisen Winkeln auf die Oberfläche des Objekts 10  
auftreffen, kann ebenfalls Dunkelfeld-Beleuchtung für das Ar-  
beiten mit dem Mikroskop 2 bewirkt werden. Mit 144 ist die  
25 lasernahe Strahlung des für Durchlicht-Arbeiten vorgesehenen  
Beleuchtungssystems 44 bezeichnet. Bei, bezogen auf die Achse  
100 des Mikroskops 2 schrägem Einfall (nicht dargestellt)  
dieser Strahlung 144 ist wiederum Dunkelfeld-Beleuchtung des  
Objekts bewirkt. Für das Arbeiten mit Durchlicht ist eine  
30 solche Lichtwellenlänge, z.B. im Infrarot-Bereich, zu wählen,  
für die das Objekt wenigstens weitgehend lichtdurchlässig  
ist.

Die Figur 2 zeigt das erfindungsgemäß vorgesehene und ausgest-  
35 altete Beleuchtungssystem 40. Um eine wie für die Erfindung  
vorgesehene ein- bzw. parallel mehrzeilige Beleuchtung der  
mit der Darstellungsebene zusammenfallenden Oberfläche des



Objekts 10 zu erreichen, ist eine an sich bekannte zylindrisch-optische Einrichtung bzw. Linse 20 vorgesehen. Diese weitet die aus dem Beleuchtungssystem austretende Strahlung 140 zu der dargestellten und beschriebenen beleuchteten Zeile 240 auf. Mit einem entsprechenden optischen Linsensystem 120 kann auch ein zweidimensionales Array angeordneter strahlender Halbleiterdioden zu einer beleuchteten Zeile 240 auf dem Objekt 10 optische abgebildet werden. Bei (mittels des Positionierungssystems 7 auszuführenden, fortlaufenden) Verschiebens, angedeutet durch den Doppelpfeil 17 des Objekts 10 gegenüber dem Ort der z.B. linienförmigen Zeile 240 der Strahlung 140 des Beleuchtungssystems 40 erfolgt ein Abscannen der in der Figur 2 angedeuteten Oberfläche des Objekts 10. Mit L ist die Länge der beleuchteten Zeile bezeichnet, die gleich der Breite des augenblicklich mit der erfindungsgemäßen Einrichtung überprüften Oberflächenanteils des Objekts 10 ist.

Mit 340 ist die Licht- bzw. Strahlungs-emittierende Halbleiterdiode des jeweiligen Beleuchtungssystems bezeichnet. Diese Halbleiterdiode wird durch entsprechend bemessene Stromspeisung so betrieben, dass sie im angegebenen, bzw. oben definierten, Bereich der Emission laser-näher Strahlung arbeitet. Damit ist bereits eine extrem starke Bündelung der emittierten Strahlung erreicht, aber noch das Auftreten eines Granulationseffekts im Beleuchtungsfeld der Strahlung vermieden, nämlich wie dies infolge Auftretens von Interferenzen innerhalb echter kohärenter Laserstrahlung der Fall ist. Die bei der Erfindung benutzte laser-nahe Emission ist eine in sich noch inkohärente Lichtstrahlung.

Die Auswertung des von der Kamera 5 jeweils aufgenommenen Bildes erfolgt in der Auswerteeinrichtung 6 nach an sich bekannten Prinzip. Die zu verwendende Kamera ist vorzugsweise

werden fakultativ mehrere nahe beieinander liegende parallele Lichtlinien auf der Oberfläche des Objekts 10 erzeugt. Eine solche Lichtlinie kann in der Praxis bis zu  $L = 300$  mm lang sein, nämlich z.B. für Makroinspektion. Für mikroskopische  
5 Aufnahmen empfiehlt es sich, diese Länge der Lichtlinie nur auf wenige Millimeter zu bemessen. Insbesondere wegen der wenigstens Laser-nahen Eigenschaft, scharfe Bündelung in Richtung der Breite  $b$  der Zeile 240, des erfindungsgemäß verwendeten Lichtes der Beleuchtungssysteme 40 bis 44 kann erreicht  
10 werden, dass die -Breite der Lichtlinie, dieses Maß ist für die Auflösung wichtig, kleiner als .... bemessen werden kann.

Vorzugsweise ist für eine erfindungsgemäße Einrichtung ein Positioniersystem für die Kamera, insbesondere für eine ver-  
15 wendete eindimensional aufnehmende Zeilenkamera, vorgesehen.

Eine wie hier zu verwendende Zeilen-Kamera kann z.B. eine solche mit einem eindimensionalen CCD-Array sein.

20

## Patentansprüche

1. Einrichtung (1) für optische Inspektion einer auf Defekte hin zu prüfenden Oberfläche eines Objektes (10) mit einer Kamera (5) mit wenigstens einer optisch bildaufnehmenden Zeile, einer Mikroskop-Optik (2), angeordnet zwischen der Kamera (5) und dem Objekt (10),  
einem Positionierungssystem (7) zur Positionierung des Objekts (10) und zur Ausführung wahlweiser Bewegung (17) relativ zueinander von Objekt (10) und Mikroskop-Optik (2) zwecks Scannens der Oberfläche des Objekts (10) und wenigstens einem Beleuchtungssystem (40 - 44), das für vorgebar Hellfeld-, Dunkelfeld- und/oder Durchlicht-Betrieb in der Einrichtung (1) justierbar angeordnet ist,  
wobei ein solche Beleuchtungssystem (40 - 44) so ausgebildet und derart justierbar angeordnet ist, dass mit diesem ein wenigstens eine Zeile umfassendes Flächenelement ( $L \times b$ ) auf der Oberfläche des wahlweise positionierbaren (17) Objekts (10) zu beleuchten ist  
und wobei das Beleuchtungssystem (40 - 44) eine Lichtquelle zur Aussendung einer Strahlung (140 - 144) mit wenigstens lasersnahem Licht ist, wobei die dieses Licht erzeugende Quelle wenigstens eine in dem Beleuchtungssystem angeordnete Licht emittierende Halbleiterdiode (340) ist, wobei mehrere solcher Halbleiterdioden in einem sich wenigstens eindimensional erstreckenden Array zueinander positioniert angeordnet sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein jeweiliges Beleuchtungssystem (40 - 44) für Hellfeld-, Dunkelfeld- und/oder Durchlicht-Mikroskopbetrachtung in dazu ausgewählt angepaßtem Winkel zur optischen Achse (100) des Mikroskops (2) angeordnet ist.

dass die Einrichtung (1) mit mehreren unterschiedlich ausgerüsteten Beleuchtungssystemen (40-44) ausgerüstet ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3,

5   dadurch gekennzeichnet,  
dass das Mikroskop (2) mehrere Objektive (21) hat, die an einem Revolverkopf angeordnet sind.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

10   dadurch gekennzeichnet,  
dass für Konstanz der Lichtintensität der Beleuchtung eine Regelung des Speisestroms des/der Beleuchtungssysteme (40-44) vorgesehen ist.

15   6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Positioniersystem für die Kamera (2) vorgesehen ist.

7. Verfahren zum Betrieb einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

20   dadurch gekennzeichnet,  
dass für den Wechsel zwischen Hellfeld-, Dunkelfeld- und/oder Durchlicht-Betrieb das jeweilige Beleuchtungssystem (41 - 44) aktiviert wird.

25   8. Verfahren zum Betrieb einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,  
dass durch Auswahl jeweils eines der vorgesehenen Beleuchtungssysteme (40-44) der Lichteinstrahlwinkel eingestellt wird.

9. Verfahren zum Betrieb einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

35   dadurch gekennzeichnet,  
dass Hell- oder Dunkelfeld-Betrieb mittels Beleuchtung durch den Strahlteiler (3) im Mikroskop (2) hindurch bewirkt wird.

1/1

FIG 1

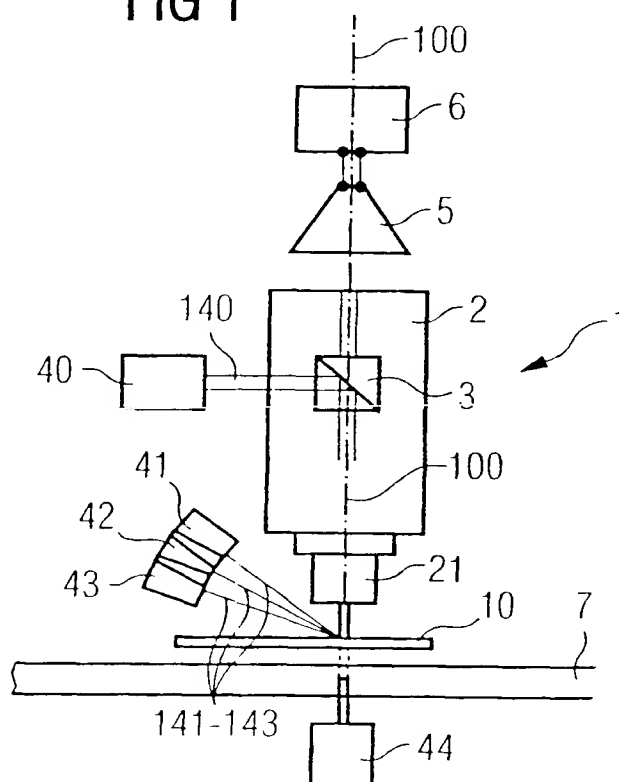
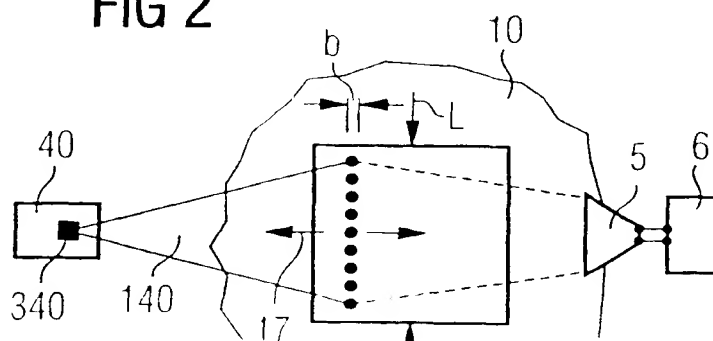


FIG 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte      Application No  
PCT/DE 01/03075

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7    G01N21/95    G02B21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7    G01N    G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X	US 6 028 306 A (HAYASHI SHINICHI) 22 February 2000 (2000-02-22) column 12, line 22 -column 14, line 10; figures 5,6 ---	1,7
Y	US 6 043 932 A (KUSUNOSE HARUHIKO) 28 March 2000 (2000-03-28) column 6, line 55 -column 7, line 37; figures 1,2 ---	1,7
Y	WO 00 26646 A (APPLIED MATERIALS INC) 11 May 2000 (2000-05-11) page 5, line 34 -page 7, line 35 page 15, line 6 -page 16, line 5; figure 2 --- -/--	1,7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 December 2001

Date of mailing of the international search report

12/12/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stuebner, B

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Patent Application No.

PCT/DE 01/03075

## C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document with indication where appropriate of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 777 732 A (HELL STEFAN ET AL) 7 July 1998 (1998-07-07) column 2, line 32 - line 50; claim 21; figure 2 ---	1,7
A	US 5 995 220 A (SUZUKI YASUYOSHI) 30 November 1999 (1999-11-30) column 3, line 1 - column 4, line 6; figure 1 ---	1-3,7,8
A	EP 0 557 558 A (MITSUI MINING & SMELTING CO) 1 September 1993 (1993-09-01) column 2, line 45 - column 5, line 61; figure 1 -----	1,7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No

PCT/DE 01/03075

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family members	Publication date
US 6028306	A	22-02-2000	JP	10311950 A	24-11-1998
US 6043932	A	28-03-2000	JP	10282010 A	23-10-1998
			US	6195202 B1	27-02-2001
WO 0026646	A	11-05-2000	EP	1125113 A1	22-08-2001
			WO	0026646 A1	11-05-2000
US 5777732	A	07-07-1998	DE	4414940 A1	02-11-1995
			WO	9530166 A1	09-11-1995
			EP	0706671 A1	17-04-1996
US 5995220	A	30-11-1999	JP	11237210 A	31-08-1999
EP 0557558	A	01-09-1993	US	5298963 A	29-03-1994
			EP	0557558 A1	01-09-1993
			DE	69220474 D1	24-07-1997
			DE	69220474 T2	05-02-1998



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Abzeichen

PCT/DE 01/03075

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01N21/95 G02B21/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherche der Mindestprüfstoffe (Klassifikations-system und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruchs Nr.
X	US 6 028 306 A (HAYASHI SHINICHI) 22. Februar 2000 (2000-02-22) Spalte 12, Zeile 22 - Spalte 14, Zeile 10; Abbildungen 5, 6	1, 7
Y	US 6 043 932 A (KUSUNOSE HARUHIKO) 28. März 2000 (2000-03-28) Spalte 6, Zeile 55 - Spalte 7, Zeile 37; Abbildungen 1, 2	1, 7
Y	WO 00 26646 A (APPLIED MATERIALS INC) 11. Mai 2000 (2000-05-11) Seite 5, Zeile 34 - Seite 7, Zeile 35 Seite 15, Zeile 6 - Seite 16, Zeile 5; Abbildung 2	1, 7

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*S\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Gefunden durch die internationale Recherche

Europäische Patentantrag Nr. 01 238 412 Brevet  
Antrag Nr. 01 238 412 Brevet  
Fax 0431 70 340 3695

Stuebner, B

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03075

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 777 732 A (HELL STEFAN ET AL) 7. Juli 1998 (1998-07-07) Spalte 2, Zeile 32 - Zeile 50; Anspruch 21; Abbildung 2 ---	1,7
A	US 5 995 220 A (SUZUKI YASUYOSHI) 30. November 1999 (1999-11-30) Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 4, Zeile 6; Abbildung 1 ---	1-3.7.8
A	EP 0 557 558 A (MITSUI MINING & SMELTING CO) 1. September 1993 (1993-09-01) Spalte 2, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 61; Abbildung 1 -----	1.7

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

infr. (siehe Anmerkungen)

PCT/DE 01/03075

in Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6028306	A	22-02-2000	JP	10311950 A	24-11-1998
US 6043932	A	23-03-2000	JP	10282010 A	23-10-1998
			US	6195202 B1	27-02-2001
WO 0026646	A	11-05-2000	EP	1125113 A1	22-08-2001
			WO	0026646 A1	11-05-2000
US 5777732	A	07-07-1998	DE	4414940 A1	02-11-1995
			WO	9530166 A1	09-11-1995
			EP	0706671 A1	17-04-1996
US 5995220	A	30-11-1999	JP	11237210 A	31-08-1999
EP 0557553	A	01-09-1993	US	5298963 A	29-03-1994
			EP	0557558 A1	01-09-1993
			DE	69220474 D1	24-07-1997
			DE	69220474 T2	05-02-1998

